

PERTINENCIA DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL EN EL ECUADOR

PERTINENCE CRITERIA FOR CIVIL ENGINEERING IN ECUADOR

Pablo Caiza⁽¹⁾, Paulina Viera⁽²⁾, Carolina Robalino⁽¹⁾, Susana Guzmán⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción
Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE
pecaiza1@espe.edu.ec; icrobalino@espe.edu.ec

⁽²⁾ Universidad Central del Ecuador
lviera@uce.edu.ec; sguzman@uce.edu.ec

RESUMEN

Se presentan criterios de pertinencia de las Carreras de Ingeniería Civil que responden a documentos de planificación nacional, horizontes epistemológicos, núcleos básicos de las disciplinas que sustentan el currículo de la ingeniería civil, vinculación a tecnologías de punta, actores y sectores vinculados a la profesión, tendencias de desarrollo local y regional, funciones y roles en los escenarios laborales en los que actúan los ingenieros civiles.

Palabras claves: ingeniería civil, pertinencia, horizontes epistemológicos, núcleos básicos, tendencias de desarrollo

ABSTRACT

Pertinence criteria are presented for civil engineering departments responsive to national planning documents, epistemological horizons, basic-core civil engineering curriculum subjects, state-of-the-art technologies, actors and sectors within the profession, as well as trends in local and regional development, and functions and roles of civil engineers in work settings.

Keywords: civil engineering, pertinence, epistemological horizons, basic-core subjects, trends in local and regional development

1. INTRODUCCIÓN

La Carrera de Ingeniería Civil en el Ecuador tiene sus primeros antecedentes formales en el año de 1869. Posteriormente, en la década de 1890 se estructuró el primer pensum del ingeniero civil en la Facultad de Ciencias Matemáticas Puras de la Universidad Central del Ecuador. En estos primeros pasos es también importante reconocer el desarrollo de la ingeniería militar, primero a través de la Escuela de Oficiales Ingenieros, más tarde de la Escuela de Artillería e Ingenieros y luego de la Escuela Técnica de Ingenieros, que en el año de 1961 fue reconocida con títulos equiparables a los de los ingenieros civiles otorgados por las universidades de la época: Universidad Central del Ecuador, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, la Universidad de Guayaquil y la Universidad de Cuenca.

En el Ecuador, existieron personajes adelantados a su tiempo como Pedro Vicente Maldonado, quien escribió la obra *Primer Proyecto de Ingeniería Civil para la Construcción del Camino de Quito a Esmeraldas* en el año de 1725, hizo el trazo del camino y dirigió todas las minuciosidades de su construcción, dejándolo listo para el tráfico en 7 años. El Ing. Alejandro Segovia, autor del método de las rigideces sucesivas y de la cadena abierta, un modelo matemático que simplifica notablemente las operaciones matemáticas del método de Cross, universalmente conocido en los años 70, y quien participó en edificaciones que se han convertido en símbolos de una ciudad como Quito, por ejemplo el edificio del actual Ministerio de Turismo, conocido popularmente como “La Licuadora”, o el puente que cruza el río Pastaza, justo en su origen por la unión de los ríos Chambo y Patate. El Ingeniero Julio Hidalgo González, que en el año 1969 creó la empresa Hidalgo e Hidalgo, abriendo caminos para la explotación petrolera en la región amazónica y, que en la actualidad, es una de las más grandes del país, especializada en obras viales, puentes, túneles, saneamiento, riego, electrificación, puertos, aeropuertos y edificaciones.

Es también importante recordar que fueron ingenieros ecuatorianos formados en universidades nacionales, muchas veces anónimos, los que continuaron el sueño inicial de integración nacional de estadistas como Gabriel García Moreno y Eloy Alfaro y lo hicieron realidad, como por ejemplo en el tramo del ferrocarril Tipococha-El Tambo, en las construcciones viales que abrieron el acceso a la región amazónica, en el desarrollo de la infraestructura de las grandes ciudades y de las zonas rurales del país. Actualmente, los ingenieros ecuatorianos continúan participando en una serie de proyectos de construcción civil de envergadura. Debe reconocerse, sin embargo, que también existen problemas que parten desde la forma de preparar a nuestros ingenieros, y que se traducen en hechos tales como que la construcción y diseño del puente de Bahía de Caráquez, sólo con técnicos nacionales, es la excepción y no la norma.

Es de interés público orientar a la Carrera de Ingeniería Civil en la formación de profesionales que respondan a las necesidades de la sociedad ecuatoriana declaradas en los diferentes planes de desarrollo a nivel nacional, regional y local. En este artículo se presentan diferentes criterios de pertinencia de la Carrera de Ingeniería Civil, de acuerdo a referencias [5] y [7], para que sean considerados en discusiones necesarias para su rediseño.

Finalmente, de acuerdo al Art 77. Del Reglamento de Régimen Académico [6] se tiene que “Se entenderá como pertinencia de carreras y programas académicos a la articulación de la oferta formativa, de investigación y de vinculación con la sociedad, con el régimen constitucional del Buen Vivir, el Plan Nacional de Desarrollo, los planes regionales y locales, los requerimientos sociales en cada nivel territorial y las corrientes internacionales científicas y humanísticas de pensamiento.”

2. PROBLEMAS Y NECESIDADES DE LOS CONTEXTOS Y OBJETIVOS DE DOCUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL QUE ABORDA LA INGENIERÍA CIVIL.

La Ingeniería Civil aborda varios de los objetivos de documentos tales como el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 [1], pero muchas veces de manera indirecta. Sin embargo, los cuatro autores de este artículo coinciden en la pertinencia de los objetivos 3 y 7.

Siendo el **Objetivo 3** “Mejorar la calidad de vida de la población”, y ante el déficit de vivienda y con edificaciones construidas con alta vulnerabilidad, se considera necesario promover el diseño y construcción de vivienda de interés social, infraestructura vial e

hidrosanitaria con altos estándares en diseño, construcción y control, a través de competencias en el diseño, ejecución y fiscalización de obras civiles.

Para el **Objetivo 7** “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”, y ante el hecho de que toda obra de ingeniería civil modifica el entorno creando impacto en el ambiente donde se desarrolla, se considera necesario aprovechar los recursos naturales fundamentalmente para la generación de energía renovable, prevención de inundaciones, dotación de agua potable y riego, a través de competencias en el diseño, ejecución y fiscalización de obras de infraestructura.

Adicionalmente, se podría considerar la pertinencia de los objetivos 6 y 11.

Para el **Objetivo 6** “ Consolidar la transformación de la justicia y fortalecer la seguridad integral, en estricto respeto a los derechos humanos”, en el numeral 6.6 “ Mejorar la seguridad global”, literal a), “Potenciar la infraestructura y la tecnología vial y portuaria para disminuir los índices de inseguridad vial”, en efecto, ante la necesidad de diseños y controles eficientes que brinden mayor seguridad vial, se propone dotar de competencias relacionadas con el diseño y la construcción vial, optimizando actividades como las de mantenimiento y control de tráfico.

Finalmente, para el **Objetivo 11** “Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica”, numeral 11.1, “Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable”, literal a) “Aprovechar el potencial energético basado en fuentes renovables, principalmente de la hidroenergía, en el marco del derecho constitucional al acceso al agua y de la conservación del caudal ecológico” y, ante la necesidad de afrontar obras de envergadura, tales como presas, que inevitablemente afectan al medio ambiente, se propone dotar de competencias relacionadas con hidrología, mecánica de fluidos y diseño de centrales hidroeléctricas respetando al medio ambiente.

Para terminar, y en forma general, la Ingeniería Civil aborda objetivos presentes en los requerimientos 1 y 3 del desarrollo científico tecnológico referenciados en el artículo 385 de la Constitución del Ecuador, en el eje 2 para la transformación productiva (Senplades). En un análisis adicional, que depende de las zonas de desarrollo del país deben incluirse, por ejemplo, los ejes 1 y 3 del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Provincia de Pichincha 2025 [2] y los ejes 1,2, 3, 5 y 6 del Plan de Desarrollo 2012-2022 del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito [3].

3. HORIZONTES EPISTEMOLÓGICOS QUE ESTÁN PRESENTES EN LA INGENIERÍA CIVIL

Se proponen cuatro horizontes epistemológicos:

- Uso Sustentable de los materiales y recursos técnicos y económicos en la construcción.
- Reducción y/o Control de las Pérdidas humanas y materiales por daños en las estructuras.
- Optimización de los recursos humanos y materiales empleados en el crecimiento eficiente del equipamiento turístico, deportivo, de salud, educacional y de la vivienda.
- Innovación Científica y Tecnológica continua para la solución de problemas de infraestructura y vivienda.

En Uso Sustentable se tiene, por ejemplo, la teoría desarrollada para la Adecuación Energética de Edificios e Instalaciones Energéticamente Eficientes, por autores como Carlos Bedoya Montoya [8] y Thomas F. Berson [9]. Además, en Saneamiento Ambiental Clarissa Brocklehurst [10], y José A. Barbero y colaboradores [11], entre otros.

En Reducción y/o Control de Pérdidas se tiene en estructuras, el Diseño Sismorresistente, expresado en documentos tales como FEMA P-1050-2 [12], y FEMA P-58 [13], que son metodologías para evaluar el desempeño sísmico, autores de artículos como Sanaz Saadat, Charles V. Camp, Shahram Pezeshk and Christopher M. Foley [14], entre los más modernos. Además, Peligros Naturales, Vulnerabilidad Estructural y Riesgo, por autores como Francisco Ayala, Jorge Olcina [15]. En la teoría de la ductilidad como elemento fundamental para asegurar estructuras confiables y seguras, con infinidad de artículos tales como los de Roberto Aguiar y colaboradores [16].

En Optimización se tiene, por ejemplo, Chris Denich and Ashraf Zaghal [17].

Finalmente, en Innovación Científica y Tecnológica se tienen diferentes artículos sobre Materiales y Productos Innovadores para la Construcción [18].

4. NÚCLEOS BÁSICOS DE LAS DISCIPLINAS QUE SUSTENTAN LA INGENIERÍA CIVIL

Se consideran los siguientes núcleos básicos:

- Abstracción y manejo de sistemas simbólicos altamente formalizados.
- Manejo de mecanismos de aplicación de sistemas simbólicos.
- Estructuras y Sismos.
- Materiales de Construcción.
- Sistemas de Diseño de la Infraestructura y de la Vivienda.
- Gestión de Proyectos de la Construcción.
- Gestión Ambiental.
- Liderazgo Social.

Se observa que se proponen algunos núcleos que podrían ser considerados como uno solo. Por ejemplo, Estructuras y Sismos, podría englobarse en Sistemas de Diseño de la Infraestructura y de la Vivienda. Sin embargo, se quiere recalcar su importancia en un país como el Ecuador, con una amenaza sísmica muy alta en prácticamente todo su territorio. También se podría unir la Abstracción y el Liderazgo Social en un núcleo denominado Ciencias Básicas y Humanas. En forma más general se podrían clasificar estos núcleos de acuerdo a las competencias que se desarrollan para el desempeño de la profesión. Éstas serían Básicas, Profesionalizantes y de Titulación. También es importante indicar las disciplinas que convergen en los núcleos problemáticos. En este artículo se exponen las más generales únicamente, pues se considera que existen otras disciplinas que pueden incluirse o no de acuerdo a las fortalezas de cada Carrera en el país.

A continuación se describen los núcleos propuestos más arriba:

En Abstracción, se estudian los principios matemáticos, físicos, estadísticos y químicos que son usados en el diseño, proyección, planificación, gestión y administración de la construcción civil. Las disciplinas que convergen son Física, Análisis Matemático, Geología, Química para Ingenieros, Álgebra Lineal, Estadística.

En Manejo, se estudia la aplicación de las ciencias básicas para comprender el entorno de la construcción civil. Las disciplinas que convergen son Topografía, Mecánica de Suelos, Dibujo, Teoría de la Programación, Mecánica de los Materiales, Mecánica de Fluidos, Hidrología, Ingeniería Hidráulica.

En Estructuras y Sismos, dos puntos de vista sobre los estudios que se realizarían son Análisis y diseño de estructuras en base del peligro sísmico y con opciones de control y reducción de daño por medio de ductilidad y sistemas de disipación y aislamiento sísmico, o; Análisis y diseño de estructuras sismo resistentes en base a la aplicación de normativa existente. Este es un ejemplo que muestra que los estudios dependen de las características y fortalezas de cada Carrera. Las disciplinas que convergen son Análisis de Estructuras, Ingeniería de Estructuras, Cimientos, Hormigón a Flexión y a Compresión, Hormigón Presforzado.

En Materiales de Construcción, se estudian los materiales básicos y elaborados, tradicionales y de vanguardia en la construcción de elementos estructurales y no estructurales. Características, comportamiento y normas nacionales y/o internacionales que demarcan sus características. Las disciplinas que convergen son Tecnología del Hormigón, Pavimentos, Materiales de Construcción.

En Sistemas de Diseño de la Infraestructura y de la Vivienda, se estudia la tecnología de la construcción dependiente del tipo de material y de edificación. Las disciplinas que convergen son Puentes, Construcción y Mantenimiento de Redes Viales, Construcciones Metálicas, Abastecimiento de Agua Potable, Alcantarillado, Estructuras Hidráulicas.

En Gestión de Proyectos de la Construcción, se estudia el conjunto de procesos para la planeación, organización, optimización de recursos humanos y materiales en la construcción de obras civiles. Las disciplinas que convergen son Organización de Obras, Diseño de Proyectos, Construcciones y Seguridad Industrial, Materiales y Equipos, Presupuesto de Obra.

En Gestión Ambiental, se estudia el conjunto de procesos de las acciones antropogénicas en la construcción con el medio ambiente. Las disciplinas que convergen son Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado, Construcciones, Materiales y Equipos y Gestión Ambiental.

En Liderazgo Social, se estudia la comunicación del ingeniero con su entorno social. Las disciplinas que convergen son Liderazgo y Emprendimiento e Ingeniería Legal.

La Figura 1 a continuación muestra los núcleos propuestos, organizados alrededor de la abstracción y manejo de sistemas simbólicos.

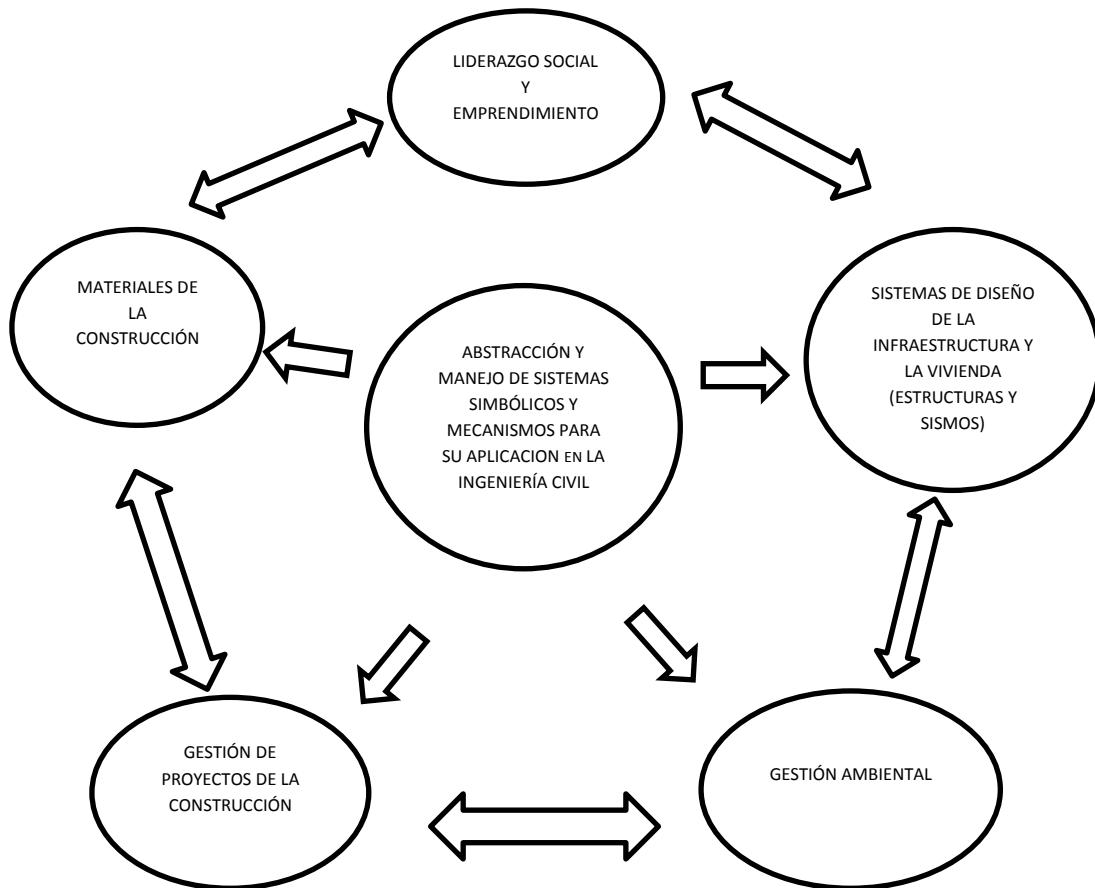


Figura 1 Núcleos básicos que sustentan la Ingeniería Civil

5. VINCULACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE PUNTA A LOS APRENDIZAJES PROFESIONALES

La vinculación de las tecnologías es necesaria para garantizar la respuesta a los problemas que resolverá la Ingeniería Civil en los sectores estratégicos y de interés público. En este numeral se analiza cómo la Carrera de Ingeniería Civil utiliza las tecnologías de comunicación u otros medios educativos para facilitar y optimizar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes.

Se distinguen nuevas tecnologías de información y comunicación NTIC, y nuevas tecnologías de aprendizaje y comunicación NTAC.

Entre las NTIC se tienen programas de computación que sirven para modelamiento de información de la construcción, disponibles en sitios web como www.autodesk.com; programas para simulación de redes de distribución de agua, por ejemplo en www.epanet.upv.es; programas para simulación de diseño de vías, por ejemplo en www.autodesk.com; programas para análisis y diseño de estructuras, disponible en por ejemplo www.csiamerica.com. Todos estos programas entregan resultados rápida y eficientemente de forma de usarlos para comparar y decidir un diseño de obras civiles óptimo.

Entre las NTAC se tiene aulas virtuales, internet, plataformas, redes sociales, blogs, teleformación y tele-docencia entre otros. Por ejemplo las aulas virtuales permiten a los docentes

entregar contenidos digitales a los estudiantes, planificar actividades en línea, programar y realizar evaluaciones, entre otras actividades.

6. PROBLEMAS DE LA REALIDAD (ACTORES Y SECTORES VINCULADOS A LA PROFESIÓN) QUE INTEGRAN EL OBJETO DE ESTUDIO DE LA INGENIERÍA CIVIL

El objeto de estudio de la Ingeniería Civil se presenta a continuación en función de los núcleos básicos del conocimiento y los saberes que favorecen la organización y misión de la profesión:

La Carrera de Ingeniería Civil abstrae y maneja sistemas simbólicos altamente formalizados aplicándolos para comprender el entorno, materiales de edificación y la construcción de infraestructura y vivienda. Adicionalmente se realiza la gestión del proyecto de construcción, considerando el impacto ambiental, así como el liderazgo social del ingeniero civil. Particular atención merece el carácter sísmico del país.

Los horizontes epistemológicos que orientan la organización del conocimiento del currículo se indican a continuación:

Se busca usar los materiales y recursos técnicos y económicos en la construcción sin comprometer las posibilidades de desarrollo de las siguientes generaciones. Además se estudia la seguridad en las construcciones para reducir pérdidas humanas y materiales que producen interrupciones en la economía de una región. También el crecimiento de la infraestructura y de las alternativas de vivienda. Finalmente, se busca el progreso científico y tecnológico para la solución de problemas de infraestructura y vivienda.

Los sistemas teóricos, tecnológicos y culturales que van a ser reconstruidos, adaptados y transformados en los procesos de formación profesional y lo que se espera transformar con los futuros profesionales:

Se reconstruirán las bases teóricas de la Carrera, usando tecnología de información y comunicación para comprender el entorno de la construcción, adaptándose a los recursos de materias primas y tecnologías de la construcción disponibles en el país, buscando también transformarlos en eficiencia y seguridad. Los futuros profesionales podrán en primer lugar contribuir a un cambio en la matriz productiva del país. Pero serán sobre todo sujetos proactivos, racionales, humanistas, que aportarán a la sociedad en la que trabajen con soluciones técnicas para el desarrollo de su infraestructura y vivienda.

Según la Red Académica de Ingeniería Civil del Ecuador RADICE [4], al culminar la malla curricular los futuros profesionales serán capaces de:

1. Aplicar los conocimientos de las ciencias básicas de ingeniería y ciencias profesionalizantes de la Ingeniería Civil.
2. Participar en equipos multidisciplinarios.
3. Planificar, diseñar, construir y controlar proyectos de ingeniería y obras civiles.
4. Diseñar y ejecutar ensayos y experimentos de ingeniería civil y analizar e interpretar datos y resultados.
5. Evaluar el impacto que producen las obras de ingeniería civil en un contexto económico, ambiental y social y proponer soluciones.
6. Actuar con responsabilidad y ética profesional con actitud humanista y de servicio a la sociedad en el ejercicio de su profesión.

7. Conocer asuntos contemporáneos.
8. Usar técnicas, metodologías y herramientas actualizadas necesarias para la práctica de la ingeniería civil.
9. Comunicarse correctamente en forma oral, escrita y gráfica.
10. Desarrollar una actitud de constante actualización.
11. Ser emprendedor.

En base a lo anterior se presenta la Tabla 1 sobre problemas de la realidad, actores/sectores involucrados, impactos que desencadena y la relación con la matriz del PNBV, lo que se integra en el objeto de estudio de la Ingeniería Civil.

Tabla 1 Problemas de la realidad que integran el objeto de estudio de la Ing. Civil

Señalamiento del problema	Actores/Sectores involucrados	Impacto que desencadena	Relación con la matriz del PNBV
Daño excesivo en estructuras	Consultores, Constructores, Organismos de control	Falta de funcionalidad, riesgo a la vida, colapso de estructuras	Objetivo 3
Prácticas constructivas sin actualización	Consultores, Constructores, Organismos de control	Estructuras con alta vulnerabilidad	Objetivo 3
Cimentaciones con factores de riesgo muy variables	Consultores, Constructores, Organismos de control	Estructuras con alta vulnerabilidad	Objetivo 3
Falta de integración de diseños arquitectónicos, estructurales, mecánicos y eléctricos	Consultores, Constructores,	Costos altos, falta de funcionalidad	Objetivo 3
Diseño basado únicamente en fuerzas	Docentes/ estudiantes	Estructuras con alta vulnerabilidad	Objetivo 3
Vías con vida útil restringida	Consultores, Constructores, Organismos de control	Servicialidad, falta de confort, costos de mantenimiento altos	Objetivo 3
Modelación insuficiente de estructuras hidráulicas	Docentes, Empresas Constructoras públicas y privadas	Deficiencias operativas, vulnerabilidad alta	Objetivo 7
Falta de control en obras privadas	Consultores, Constructores, Organismos de control	Edificaciones que no cumplen con el tiempo de vida planificado Alto riesgo para la vida de sus ocupantes Altos costos de construcción y mantenimiento	Objetivo 3
Deficiencia en la planificación de proyectos	Consultores, Constructores, Organismos de control Instituciones públicas	Alto costo de construcción y mantenimiento Tiempo de ejecución superior a la planificado	Objetivo 3
Inobservancia en la seguridad y riesgos en el trabajo en obras civiles	Consultores, Constructores, Organismos de control Instituciones públicas	Pérdidas de vidas durante la construcción	Objetivo 3

Falta de verificación de las especificaciones técnicas en materiales	Universidades, Organismos de Control	Estructuras que no cumplen normas técnicas	Objetivo 3
Optimización empírica de estructuras	Universidades, Empresas de Construcción	Altos costos de construcción	Objetivo 3
Deficiencia en la gestión de procesos de sistemas constructivas	Universidades, Organismos de Control	Productividad baja	Objetivo 3
Inseguridad vial por falta de mantenimiento, deficiencias en el diseño	Universidades, Organismos públicos y empresas privadas con competencias viales	Riesgo a la vida, daño en bienes públicos y privados, aumento de tiempos de transporte	Objetivo 6
Desaprovechamiento de fuentes renovables para producción de energía respetando los derechos de la naturaleza	Universidades, Gobierno Nacional	Uso de energías caras y contaminantes como el petróleo y el gas.	Objetivo 11

7. TENDENCIAS DE DESARROLLO LOCAL Y REGIONAL QUE ESTÁN INCLUIDAS EN LOS CAMPOS DE ESTUDIO Y DE ACTUACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL

En la Tabla 2 se presentan las tendencias más importantes consideradas en los campos de estudio y actuación de la Ingeniería Civil.

Tabla 2. Tendencias de la profesión incluidas en los campos de estudio y de actuación

Tendencias de la profesión	Necesidades y/o desafíos de la profesión	Tensiones de la profesión
Uso de herramientas de automatización	No se usan, por falta de conocimiento y por su enorme variedad de puntos de vista y análisis	Uso de las mejores herramientas de acuerdo al objetivo buscado
Experimentación como base del aprendizaje	Educación basada en la teoría, con experimentación reducida.	Clases prácticas
Ductilidad con daño controlado	Dar importancia al detallamiento y a los efectos de fuerzas tales como cortante y torsión para asegurar un comportamiento dominado por la flexión	Estudio de la flexión considerando el comportamiento por cortante y torsión sobre todo en las conexiones de elementos estructurales
Uso de sistemas de control estructural	Reducir el daño a niveles aceptables por la población	Manejo de elementos como muros estructurales, disipadores de energía y aislamiento de base
Instrumentación para establecer en tiempo real la funcionalidad de las estructuras	Conocer el estado actual de la infraestructura y vivienda para mantenerla, repararla o reforzarla en tiempos adecuados	Uso de instrumentación en tiempo real para determinar la necesidad de mantenimiento, reparación y/o reforzamiento de infraestructura
Peligro y vulnerabilidad sísmicos como base para el diseño estructural	Conocer los modelos más recientes para peligro y vulnerabilidad sísmicos	Actualización permanentemente de la información sobre peligro y

		vulnerabilidad para diseñar estructuras más seguras
Optimización estructural	Reducción de costos, niveles de seguridad variables	Desarrollo de metodologías de optimización de relativamente fácil aplicación ingenieril
Alcanzar con sistemas de agua potable y alcantarillado a la población urbana y rural marginal con criterios de sustentabilidad	Las fuentes de agua son cada vez más lejanas de la población a la que se sirve. Ocupación informal del suelo.	Diseño de redes minimizando las pérdidas y uso de soluciones innovadoras y sustentables.
Depuración amigable con el ambiente de aguas residuales	Vertido directo a cauces naturales de aguas residuales	Diseño de plantas de tratamiento orgánicas
Ampliación y mantenimiento de la red vial del país	Mejoramiento de la calidad de construcción, optimización en los diseños	Diseño acorde a normativas vigentes, tomando en cuenta nuevos materiales y tecnologías de construcción
Proporcionar infraestructura de equipamiento turístico, deportivo, salud y educacional y superación de déficit de vivienda	Costos relativamente altos de la construcción y baja calidad	Estudio de métodos y técnicas constructivas que optimicen tiempo y recursos sin perjuicio de la calidad
Gestión del agua, páramos y manejo de cuencas	Sistemas de riego deficitarios	Estudio de sistemas de riego eficientes
Investigación para tecnologías que causen menores impactos ambientales	Tecnologías de construcción y uso de materiales con alta huella de carbono	Aplicación de tecnologías constructivas e investigación de materiales amigables con el ambiente
Materiales y productos innovadores para la construcción	Aumentar los niveles de seguridad	Experimentación de nuevos materiales y productos
Vías ecológicas/inteligentes	Considerar el entorno para evitar su afectación	Consideración del medio ambiente y la tecnología en el diseño de vías
Altos estándares en la gestión de la construcción	La construcción actual no garantiza los niveles económicos y de seguridad exigidos por la sociedad	Implementación de procesos para obtener altos estándares en la gestión de la construcción y garantizar los niveles económicos exigidos por la sociedad
Estructuras que integran funciones multidisciplinarias	Estructuras pensadas y construidas unidisciplinariamente.	Integración en el proceso constructivo de otras áreas tecnológicas para planificar edificaciones inteligentes
Espíritu innovador, creativo y emprendedor	Aumentar el interés de los estudiantes en las áreas de conocimiento	Prácticas innovadoras de enseñanza que faciliten la innovación, creación y emprendimiento

8. FUNCIONES Y ROLES DE LOS ESCENARIOS LABORALES EN LOS QUE ACTUARÁN LOS FUTUROS PROFESIONALES.

Los aportes que realizará el currículo a las necesidades de formación del talento humano considerando los aspectos que se detallan en el artículo 107 de la LOES, incluyendo el análisis de demanda ocupacional se indican en la Tabla 3.

Tabla 3. Aportes a las necesidades de formación del talento humano

Ámbito de pertinencia	Respuesta de la formación profesional
Expectativas y necesidades de la sociedad	Seres humanos capaces de: Seleccionar información, analizar, sintetizar, argumentar y persuadir usando un pensamiento sistémico. Planificar, analizar, diseñar, construir, fiscalizar, controlar, y mantener obras de infraestructura y vivienda. Trabajar en equipo agregando valor y ejercer el liderazgo social. Plantear soluciones creativas y aprender de los fenómenos complejos. Asumir consistentemente situaciones nuevas y proponer alternativas de soluciones innovadoras. Plantear y resolver problemas utilizando los recursos disponibles. Mostrar adaptabilidad, tolerancia, sensibilidad, solidaridad y respeto por los valores y recursos sociales.
Planificación nacional	Preparación con énfasis en vivienda, infraestructura vial, puentes y presas.
Régimen de desarrollo	Dotar de herramientas para la participación técnica en la planificación, diseño y ejecución de infraestructura y vivienda.
Prospectiva de desarrollo científico, humanístico y tecnológico mundial, y a la diversidad cultural	El currículo incluye <u>temas de estudio variables</u> de acuerdo a los cambios en la prospectiva de desarrollo y a la diversidad cultural.
Demanda académica	Los docentes encargados de aplicar este currículo usarán criterios de sostenibilidad, innovación y desarrollo de nuevas tecnologías e investigación de la construcción.
Necesidades de desarrollo local, regional y nacional	Se desarrollan <u>proyectos locales</u> en vías, hidráulica y vivienda como modelos para uso regional y nacional
Innovación y diversificación de profesiones y grados académicos	Se desarrollan <u>dos itinerarios básicos</u> : el uno en análisis y diseño de sistemas estructurales y el otro en administración de la construcción
Tendencias del mercado ocupacional local, regional y nacional	El currículo tienen componentes ambientales, uso eficiente de materiales y de nuevas tecnologías de la construcción.
Tendencias demográficas locales, provinciales y regionales	El currículo incluye componentes que consideran un futuro crecimiento de la infraestructura y vivienda.
Vinculación con la estructura productiva actual y potencial de la provincia y la región	El currículo incluye un <u>sistema de vinculación</u> con la colectividad que hace énfasis en la actual y potencial estructura productiva
Políticas nacionales de ciencia y tecnología	El currículo incluye actividades de <u>investigación</u> orientadas a potenciar la formación de grupos de investigación

9. CONCLUSIONES

Se han presentado criterios de pertinencia como base para el desarrollo de currículos en las Carreras de Ingeniería Civil. Los aspectos que se han considerado son coincidencia con los objetivos de documentos de planeación regional y nacional, definición de horizontes de conocimientos, núcleos estructurantes, tecnologías de punta, actores y sectores, tendencias de desarrollo local y regional, escenarios laborables.

REFERENCIAS

1. Senplades, (2009), "Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013", Senplades, Quito, Ecuador.
2. Prefectura de Pichincha, (2012), "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pichincha", Prefectura de Pichincha, Quito, Ecuador.
3. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, (2012), "Plan de Desarrollo 2012- 2022", Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador.
4. RADICE, (2014), "Perfil del Ingeniero Civil", Red Académica de Ingeniería Civil del Ecuador, RADICE, archivo digital, 12pp.
5. CES, (2015), "Guía Metodológica de Presentación y Aprobación de Proyectos de Carreras", Consejo de Educación Superior CES, Quito, Ecuador.
6. CES, (2013), "Reglamento de Régimen Académico", Consejo de Educación Superior CES, Quito, Ecuador.
7. Mendoza F., González E., (2015), "Fuentes epistemológicas y contextuales para la generación de currículos pertinentes en la sociedad del conocimiento", Foro Educacional No. 24, pp11-33, ISSN 0718-0772, Revista del Instituto Interdisciplinario de Pedagogía y Educación de la Universidad Católica Silva Enríquez, Santiago, Chile.
8. Bedoya C., (2011), "Construcción Sostenible: Para Volver al Camino", Universitat Politècnica de Catalunya.
9. Berson T., (2012), "A Framework for Application of System Engineering Process Models to Sustainable Design of High Performance Buildings", Journal of Green Building; World Business Council for Sustainable Development: Energy Efficiency in Buildings, Transforming the Market, USA.
10. Brocklehurst C., (2015), "Monitoring Sanitation After 2015", Discussion Paper, published on line.
11. Barbero J., (2011), "Rehabilitación de Edificios e Infraestructuras". La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina, CAF, Lima, Perú.
12. FEMA P-1050-2, (2015), "NEHRP Provisions Volume II: Part 3 Resource Papers", NEHRP, USA.
13. FEMA P-58, (2012), "Metodología para la Evaluación del Desempeño Sísmico de Edificios", FEMA, USA.
14. Saadat S., Camp C., Pezeshk S., and Foley C., (2015), "Probabilistic Performance Based Design Multi-Objective Optimization for Steel Structures", 2015 Structures Congress, USA.

15. Ayala F., Olcina J., (2002), "Riesgos Naturales", Editorial Ariel, México.
16. Aguiar R. (2015), "Estudio Experimental de Pórticos de Hormigón Armado Solicitados a Cargas Laterales Crecientes", Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Quito, Ecuador.
17. Denich C. and Zaghal A., (2014), "Designing for Environmental and Infrastructure Sustainability: Ontario Case", Studies for Retrofits and New Developments, Green Buildings Journal, USA.
18. Real Estate Market & Lifestyle, (2014), "Materiales Alternativos: Construyendo un Nuevo Paradigma", Real Estate Market & Lifestyle, USA.